

中國科學院土木建築研究所研究報告

第 3 號

菱 苦 土 木 屑 地 面

張 雨 琴

科 学 出 版 社

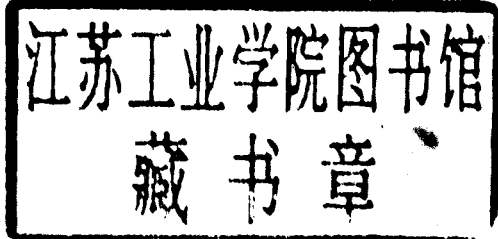
中國科學院土木工程研究所研究報告

Acta Instituti Constructionis et
Architecturae Academiae Sinicae

3

菱 苦 土 木 屑 地 面

張 雨 琴 著



科 学 出 版 社

內 容 提 要

菱苦土木屑地面是由菱苦土与木屑(廢鋸末)按一定比例配合,另加入适当濃度的氯化鎂溶液,攪拌成菱苦土木屑膠泥,然后直接鋪設在磚石或混凝土底層上而成。这种材料的性能是容重小、导热系数小。对人体健康及环境卫生无任何不良影响,因此較水泥地面为优越。尤其适宜于寒冷地区作为地面材料,因制作原料均为廢料,故其造价亦低于木材地板或水磨石地面。

本文包括对这种材料的研究过程、研究方法和理論上的探討、施工方法及初步經濟估算等。

菱 苦 土 木 屑 地 面

著 者	張 雨 琴
編輯者	中国科学院土木建筑研究所
出版者	科 学 出 版 社 北京朝陽門大街117号 北京市書刊出版業營業許可証出字第061号
印刷者	上 海 启 智 印 刷 厂
总經售	新 华 書 店

1957年3月第一版	書号:0710 印張:2 5/8
1957年3月第一次印刷	开本:787×1092 1/16
(滬)0001—3830	字數:44,000

定价:(10) 0.40 元

目 录

一. 緒論.....	1
二. 試驗所用原料的性質和分析.....	4
三. 試驗方法和結果.....	9
四. 菱苦土木屑地面的施工.....	27
五. 討論.....	34
六. 結論.....	37

一. 緒 論

木材和水泥是基本建設的主要建筑材料，而目前我国木材和水泥的产量都不能滿足基本建設的需要。早在 1952 年，政府就頒布过節約木材和水泥的指示。1954 年，周总理在政府工作报告中也曾指出：我国的森林資源是不足的，我們必須有計劃地有节制地采伐和使用木材。因此，代替木材和水泥的新型建筑材料就非常需要，这方面的研究工作应当积极开展。

1952 年，伐林区 and 广西、华南、西南等地的木材加工厂都曾向我們提出过如何利用木屑的問題；那时的东北工业部也曾有过利用木屑制造木屑板的指示；此外，1953 年初，我們曾經由东北制材局了解到哈尔滨、牡丹江、佳木斯和長图綫上的十四个木材加工厂，他們每年的木屑产量除自用外尚余四万六千多立方米，用蒸汽加工的制材厂和哈尔滨以南地区的木材加工厂的木屑尚未計算在內。若就全国所有的木材加工厂、制材厂和伐林区来計算，木屑产量是很可觀的，必須加以充分利用。因此，我們进行了木屑利用的研究。

我們为了配合基本建設的需要，首先对菱苦土木屑地面的材料配合比、試驗方法和施工步驟进行研究。并于 1953 年在長春、哈尔滨地区的六个工地实际使用，共鋪抹了一万八千多平方米的菱苦土木屑地面。

1954 年我們繼續搜集一些苏联文献和其他有关資料，对菱苦土木屑地面的硬化原理^{[6]、[13]}、材料配合比^{[2~5]、[9]}、試驗方法^[8~11]和施工操作等^[1~4]，都找到了具体的資料，使我們的研究工作有了可靠的基础。

苏联的菱苦土木屑地面原有两种^[4]：一是在工地临时配制，整片鋪抹的，称为“无縫菱苦土地板”，但必須鋪抹在坚实的磚、石或标号不低于 70 号的水泥混凝土垫层上；另一种是在同样垫层上用鍍鋅鉄条隔成各种形狀的小格，再在各小格內抹以不同顏色的菱苦土木屑膠泥，或者預制成小方板，然后用水泥砂漿黏貼在垫层上。这两种地面均能达到經濟、适用、美觀的目的。由于制作方法不同，基本特性稍有差别，应用范围亦有不同。

在苏联的建筑师手册和建筑材料書上，对这两种地面的要求均有規定，我們即以之为确定材料配合比的准繩。茲摘录如下：

A. 无縫菱苦土木屑地板：

- | | |
|------------------------|---|
| 1. 單位容積重量約為 | 1250 kg/m^3 ; |
| 2. 抗拉強度 | 30~40 kg/cm^2 ; |
| 3. 抗彎強度 | 抗压強度的 $1/5 \sim 1/7$; |
| 4. 抗压強度 | 200~400 kg/cm^2 ; |
| 5. 硬度 | 5~7.5 kg/mm^2 ; |
| 6. 导热系数(λ)約為 | 0.22~0.25 $\text{kcal}/\text{m} \cdot \text{ч} \cdot \text{град}$. |

Б. 預制菱苦土木屑地板:

- | | |
|-----------|---|
| 1. 板的尺寸 | 25 × 25 cm 及 20 × 20 cm , 厚 1.2~1.8 cm ; |
| 2. 單位容積重量 | 1530~1670 kg/m^3 (由填充物的粒度而定其大小); |
| 3. 抗彎強度 | 150~250 kg/cm^2 ; |
| 4. 抗压強度 | 500~700 kg/cm^2 ; |
| 5. 磨損性 | 0.22~0.35 g/cm^3 ; |
| 6. 硬度 | 10~14 kg/mm^2 ; |
| 7. 冲击強度 | 30~37 $\text{kg} \cdot \text{cm}/\text{cm}^3$; |
| 8. 吸音系数 | 0.04~0.05; |
| 9. 吸水率 | 7~14%。 |

从上列两种地板的特性中,可以很明顯地看出,无縫地板的單位容積重量輕,导热系数亦較小。同时文献中也着重指出,它具有隔音、不易燃燒、减少尘土飞揚和保証健康等优点,很适宜于作办公室、教室、宿舍等地的地面。若磨耗較大,活动較多的地方,如走廊、楼梯、門厅、車間、剧院、电影院、俱乐部、礼堂、食堂等处,則应在菱苦土木屑膠泥中,掺入磚粉、石粉、細砂,以提高其抵抗磨損的性能。

菱苦土木屑地面用作居住建筑或輕型車間的地面,非但經濟适用,并且有益于居住者的健康。1951年哈尔滨亞麻紡織工厂就采用了菱苦土木屑地面作为車間地面材料。据了解,以往的紡織工人由于長期在水泥地上工作,受寒氣侵襲,常患腿脚疼痛的职业病,而亞麻紡織工厂的工人五年来还没有发现患这种职业病的。因此,許多紡織工厂已大量采用菱苦土木屑地面,并且由于苏联專家的建議,此种地板已經推广应用到机械工厂的輕型車間,如哈尔滨量具刀具厂、电表仪器厂、沈阳机械厂等处都已相繼采用。

1955年我們曾向黑龙江省、哈尔滨市的設計單位进行过調查,大家一致認為水泥地面确实影响人身健康,并列舉了以往在水泥地面上工作两年以上就患腿脚疼痛症的实例。因此,商店中工作人員長期停留的地方,常用10 cm 厚的木板垫脚,以减少此种疾病的发生;有的学校也在教师講桌下垫木板。初中一年級的学生中也有患此种疾病

的, 学校單位也認為是和教室的水泥地面有关。

根据 1953 年推广單位的統計, 菱苦土木屑地面的單位造价仅高于水泥地面, 但比木地板低 50% 以上, 比水磨石地面低 25% 以上, 不仅經濟适用, 也很美觀。

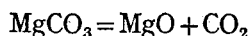
如上所述, 菱苦土木屑地面的研究 and 应用, 在苏联已經获得成功, 在我国的一些建筑工程中已經开始应用, 但对于它的物理力学性質还没有做过系統的試驗研究。因此, 对于这种經濟、适用、卫生、美觀的人造建筑材料, 进一步掌握其技術性質以利推广应用就有很重大的意义。

我們在 1953 年开始进行的工作是确定菱苦土木屑的适当配合比和滴水的濃度, 并測定其力学性能。通过小型施工試驗之后, 即在工地实际应用。使用中証实了菱苦土木屑地板的优点, 但同时也发现了不少缺点。因此, 1954 年我們又进行了滴水濃度对力学强度的影响、滴块用量和吸水率、吸湿率的关系、混合物稠度的測定、施工中起皺現象的防止、返潮和褪色現象的处理等。經過一年的工作, 对这一系列的問題, 在不同程度上获得了解决。为了适应当前工程上的需要, 我們將这一阶段的工作經驗介紹給設計和施工單位, 希望各有关單位在今后的实际应用中, 对菱苦土木屑地面的配制和施工不断改进, 使之能够扩大使用范围, 在国民經济中起一定的作用。

二. 試驗所用原料的性質和分析

(一)菱苦土 共有两种:一种是由碳酸鎂(MgCO_3)所組成的菱鎂矿,經過 1500°C 左右高溫煅燒后磨成的細粉,呈淡褐色,即所謂“耐火苦土”,适宜于制作耐火材料;另一种是在 $750\sim 850^\circ\text{C}$ 溫度下煅燒后磨成的細粉,容重較輕,顏色介乎淡黃与白色之間,即所謂“苛性苦土”,簡称菱苦土。菱苦土具有与水泥类似的膠結性能,因此,与矿物質的粉末或与木質纖維混合,均可制成良好的人造建筑材料,如人造大理石、木屑板、鉋花板等。其与水泥不同之点为与水混合后并不硬化,但和适当濃度的氯化鎂溶液調和后,在 20°C 室溫下經四小时即开始凝結,逐漸硬化,并且有較高的力学强度^{[4],[5],[7],[14]}。

菱苦土的主要組成成分为无水氧化鎂,生产过程中的反应可用下列方程表示:



菱苦土遇水或过大的湿度,容易变成 $\text{Mg}(\text{OH})_2$, 失去活性,須加溫到 410°C ^[6], 活性才能恢复。因此,菱苦土在包裝、运输和保存过程中,都应特別注意,严防菱苦土与水或空气中的湿汽相接触,以免失去活性而减小膠結性能。若將失去活性的菱苦土用作菱苦土木屑地面,就会硬化緩慢或不硬化。有时在 24 小时后也能逐漸硬化,但硬化后的地面会因菱苦土膠結性能的减小而降低力学强度,影响地面的坚固性。

根据上述理論,我們可以肯定菱苦土的膠結性决定于其活性氧化鎂的含量。我們曾对东北海城县辽东矿业公司出产的菱苦土进行过分析,其化学成分均能接近 ГОСТ 1216-41 的标准,很适宜于制作菱苦土木屑地面之用。試驗結果如表 1 所示。

表 1. 菱苦土的化学成分分析

分 析 项 目	分 析 結 果, %				ГОСТ 1216-41 的标准 ^[3]
	試 料 I	試 料 II	試 料 III	試 料 IV	
MgO	90.67	89.50	84.85	77.96	不小于83
CaO	1.82	1.50	0.48	14.47	不大于2.5
SiO ₂	2.89	3.03	2.22	2.78	不大于2.5
Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃	0.79	—	0.94	0.83	无规定
SO ₃	—	—	0.05	0.21	无规定
灼 燒 減 量	4.85	5.00	8.87	2.83	不大于8.0
湿 度	1.50	0.67	1.25	1.20	不大于1.5

註: (1) 表中的各种化学成分均用烘乾試料計算;

(2) 試驗样品是 1953 年和 1954 年分次向海城县辽东矿业公司購得,除第 IV 种試料的 CaO 含量超过规定和 MgO 含量不够标准外,其余均合乎要求。

与此同时,我們还测定了菱苦土的物理性能。結果見表 2。

表 2. 菱苦土物理性能測定

試 驗 項 目		試 驗 結 果				ГОСТ1216-41 的标准 ^[3]
		試 料 I	試 料 II	試 料 III	試 料 IV	
比 重		3.10	3.31	3.37	3.37	3.1~3.4
粒 度 分 析, %		17.75	17.78	17.72	19.00	小于 25
抗 拉 强 度, kg/cm ²		29.00	22.00	23.00	27.00	大于 15
凝 結 時 間	初 凝, 分	2.50	3.05	2.52	2.51	不早于 20 分
	終 凝, 时	7.44	7.58	8.37	8.02	不迟于 6 小时

註: (1) 粒度分析的百分数系通过 4900 孔/ CM^2 篩的殘留量;

(2) 抗拉强度系八字形試件, 經 24 小时自然硬化后的試驗結果, 試件系用 24° Б 氯化鎂溶液与菱苦土調制而成, 它的稠度須用水泥稠度測定器測定, 为金屬杆下沉深度 30—36 MM;

(3) 凝結時間的試件調制方法与稠度測定方法相同, 其稠度为金屬杆下沉 34—36 MM, 試驗时室溫为 20~22°C, 由于菱苦土擱置过久又未密封, 故終凝時間較文献規定的長。

从化学分析、物理性能 和 1953 年实际施工的总结来判断, 只要 MgO 含量不小于 83%、 CaO 含量不大于 2.5%、湿度和粒度分析的结果均接近 ГОСТ 1216-41 标准, 則用以搗制或預制的菱苦土木屑地面均能符合要求。

(二)氯化鎂 来源有三: (1)工业用氯化鎂; (2)將菱苦土加入比重为 1.14 的稀鹽酸溶液中所制成的氯化鎂^{[1], [3]}; (3)將滷块敲碎溶解、過濾澄清后所获得的氯化鎂(即滷水)。

滷块系产鹽区的副产品, 为灰白色的坚硬固体, 其氯化鎂含量在 40~50% 以上, 水分在 40% 以上, 不溶性殘渣和碱金属在 10% 左右, 故可用于鋪抹菱苦土木屑地面。

根据我們 1953 年的調查, 东北地区修建菱苦土木屑地面的單位, 在 1951 年仅有哈尔滨亞麻紡織工厂一处, 1952 年在哈尔滨有外国語專科學校、工业專科學校、师范專科學校、哈尔滨工业大学等四处, 在辽阳、沈阳各有一处。除亞麻紡織工厂和工业專科學校采用菱苦土和鹽酸制成的氯化鎂外, 其他單位均用滷水。1953 年紡織工业部基本建設局工程公司曾在工地建立實驗室, 研究耐火化学地板^[12], 亦系采用滷水。因此, 我們吸取上述各單位的經驗, 亦決定采用滷水进行試驗, 并在其用量和濃度对菱苦土木屑地面的影响方面进行研究。为此調查过东北地区滷块的供应情况。我們了解到, 大連獐子窩化工厂能大量供应滷块, 其氯化鎂含量可达 40~50%; 此外, 营口产鹽区亦有滷块出售。根据我們 1953 年室內試驗和現場施工的經驗及分析六种滷块的结果, 灰色干淨的滷块比較坚硬, 氯化鎂含量恒在 45% 以上, 不溶性殘渣和碱金属亦少, 灰黑色不干淨的滷块較为松軟, 氯化鎂含量亦較少, 一般在 40% 以下, 且溶解后泥砂杂质很多。我們为了和苏联 OCT 563 所規定的分析項目比較, 曾进行过比較詳細的分析, 比較結果

列入表 3。

表 3. 滷块的化学成分

分 析 项 目	分 析 结 果				OCT 563 的标准(%) ^[4]
	試 料 I	試 料 II	試 料 III	試 料 IV	
无水 $MgCl_2$	35.96	45.80	42.93	48.13	不小于45
不溶性殘渣	0.14	0.28	0.03	0.09	不大于0.5
($CaCl_2 + KCl + NaCl$)	大于20.62	3.91—5.22	—	—	不大于2.5
$MgSO_4 + CaSO_4$	大于16.80	0.70—0.79	2.20—2.48	0.21—0.24	2
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$	0.21	2.20	痕 跡	0.15	—
CaO	0.24	0.04	—	0.27	0.5

註: (1) 为了便于和 OCT 563 的标准比較, 將 $CaCl_2 + KCl + NaCl$ 列为分析項目之一, 其結果系換算而得。总的 Cl^- 中除去 $MgCl_2$ 所需之外, 所余的全部 Cl^- 換算为 $CaCl_2$ 作为其最小数字, 同时也全部換算为 KCl 作为其最大数字;

(2) $MgSO_4 + CaSO_4$ 的結果由 SO_4^{--} 的含量換算为 $MgSO_4$ 和 $CaSO_4$ 分別作为其最小和最大数字;

(3) 灼燒減量因灼燒溫度不易控制, 結果不够准确, 故未列入表內。

表 3 中的分析試料, 均系营口、大連兩地所出产的滷块。这些試料采自長春 1953 年施工菱苦土木屑地面的工地。經過两年多对菱苦土木屑地面的观察和分析結果, 得出下列結論:

表中第 I 种試料的顏色灰黑, 泥砂、雜質較多, $MgCl_2$ 含量不够标准, $MgSO_4$ 过多, Cl^- 的数字也大, 碱金属氯化物的含量也超过 2.5%, 用以修建的菱苦土木屑地面, 返潮現象严重, 地面的坚固性亦較差; 而第 II 种和第 IV 种試料系灰色干淨而又坚硬的滷块, $MgCl_2$ 含量在 45% 以上, 用以修建的菱苦土木屑地面則无上述現象, 質量亦合乎要求。

1954 年, 紡織工业部出版的“耐火化学地板”一書中有將滷水加溫到 $115 \sim 125^\circ C$, 使其中的硫酸化合物和氯化鉀等雜質沉淀, 获得純度較大的氯化鎂的方法; 用这种氯化鎂制造菱苦土木屑地面就能提高抗拉强度 45~60%。为了發揮提純滷水的优点和研究提純的方法, 我們曾采用苏联控制水量溶解光滷石 ($MgCl_2 \cdot KCl \cdot 6H_2O$) 以沉淀雜質的方法^[4], 并进行了化学分析; 还比較了提純滷水和普通滷水不同期令的抗压、抗弯和抗拉試件的力学强度, 其結果見表 4 和表 5。

从表 4 的分析結果可以看出, 提純滷水的氯化鎂含量仅有 34%, 原因是滷水加溫后硫酸鎂沉淀, 一部分氯化鎂亦随之沉淀; 虽然純度較高, 但氯化鎂的含量却减少。制成的試件, 亦发生褪色現象, 同时也不經濟。控制水量溶解的滷水, 氯化鎂的含量約为

表 4. 不同条件溶解滴水的分析

試 驗 項 目	分 析 結 果, %		
	提 純 滴 水	控制水量的滴水	普 通 滴 水
不 溶 物	0.02	0.01	0.03
Fe ₂ O ₃	0.020	0.010	0.002
Mg ⁺⁺	8.94	11.91	12.87
Cl ⁻	28.78	32.89	31.86
SO ₄ ⁻⁻	0.84	0.89	1.75
Ca ⁺⁺	—	—	—
MgCl ₂	34.20	45.80	48.82

註: (1) MgCl₂ 系用总的 Mg⁺⁺ 减去与 SO₄⁻⁻ 根所化合的 Mg⁺⁺ 換算而得;

(2) 控制水量溶解滴水的方法系以滴块重量 60% 的水溶解滴块;

(3) 灼烧减量, 不易測定, 故未列入表內。

表 5. 不同純度滴水对菱苦土木屑地面力学强度的影响

滴 水 种 类	廿八天硬化强度, кг/см ²			三个月硬化强度, кг/см ²			六个月硬化强度, кг/см ²		
	抗压强度	抗弯强度	抗拉强度	抗压强度	抗弯强度	抗拉强度	抗压强度	抗弯强度	抗拉强度
提 純 滴 水	156	52	44	203	67	51	250	83	60
普 通 滴 水	162	51	45	168	59	46	222	73	51

註: (1) 抗压强度試件尺寸为 7.07×7.07×7.07 cm^[9], 抗弯强度試件为 45×10×1 cm^[10], 抗拉强度則用八字形試件^{[9][10]};

(2) 抗压、抗拉的試驗方法与水泥試驗方法相同, 仅養生系在自然条件下进行^[9]。

45%, 但溶解手續比較麻煩, 且需要大量的容器; 由于限制溶解時間, 就必須增加溶解滴水的人工, 因此亦不經濟。普通滴水的溶解方法則較簡便, 氯化鎂含量亦在 45% 以上, 已能滿意, 不过在採購滴块时, 必須選擇灰色干淨和比較堅硬的滴块。

根据强度試驗的結果来判断, 硬化時間和强度成正比上昇, 而用提純滴水获得的强度又高于普通滴水。但从我們对地面材料的要求来衡量, 用普通滴水所获得的强度已高于 140 号的混凝土, 應該說是足以够用。因此, 我們只要選擇干淨、堅硬和帶灰色的滴块, 进行氯化鎂和碱金属氯化物的鑑定, 就能判断它是否合乎要求, 可以不必再进行詳細分析和提高滴水的純度。但氯化鎂含量少、雜質多、又不干淨的滴块就不宜采用。最好在生产时就注意滴块的質量, 生产合乎要求的滴块, 以免去工地提純滴水的手續。

(三)木屑 木屑俗称锯末,根据木材的性质,分为针叶类与阔叶类两种:针叶类如松木和椴木,产量很多,宜于鋪抹或預制菱苦土木屑地面,且能得到較高的力学强度;阔叶类如水曲柳,所含树脂不大,且纖維甚短,粒度較細,用以制造菱苦土木屑地面能获得光滑細致的表面。但因木材擱置時間不一致和加工工具有差別,木屑的粒度和含水量也有很大差別。按ГОСТ 3607 的規定:“木屑含水量不能超过 20%;細木屑的粒徑在2~2.5 mm,宜用于菱苦土木屑地板的面层;粗木屑的粒徑在 4~5 mm,宜用于菱苦土木屑地板的底层。”为了保証地板表面光滑,制作菱苦土木屑地面时,必須將木屑过篩;含水量大于 20%时,应进行风干;少于 15% 时,应澆水潤湿。掌握了木屑的适当含水量,才能决定滴水的使用量,計算菱苦土(即 MgO)与滴块(即 $MgCl_2$)的重量比,这样不仅能保証地面質量、防止返潮,且能避免材料的浪費。

应当特別提出的是柞木木屑不宜采用,因其本身含有單宁質,能使菱苦土木屑地面失去均匀美觀的色泽^[4]。

(四)顏色粉 宜采用无机矿質水溶性的顏料^[3]。一般多用各种顏色的土粉(即刷牆用的紅土、黃土等),能保持地面的美觀。

(五)滑石粉 为白色細粉末,具有潤滑性。加入菱苦土木屑地面中,能增进地面光滑度,减少尘土飞揚^[3~4]。

(六)骨材 为了提高菱苦土木屑地板的抗磨性和坚硬性,可將紅磚粉、各色石粉或細砂添加到菱苦土木屑膠泥中^{[3],[4],[9]},作为菱苦土木屑地面的骨材。这样不仅能达到提高抗磨性的目的,并可利用骨材本身的顏色以代替顏色粉,更能符合經濟和适用的原則。

(七)亞麻油或阿立夫油 为了提高地面的耐水性和增加光滑度,必須在地面修建完畢之后涂刷 2~3 遍亞麻油或阿立夫油。如在油干之后再打一遍地板蠟則更为美觀。地板蠟有成品出售,但价值較高,“耐火(菱苦土)地板設計及鋪設指南”一書中介紹,“用一份松节油,五份煤油,一份蠟,二份石蠟,按重量配合,加溫溶化后即是一种廉价的地板蠟”。据此,我們曾用三份白蠟,五份煤油,一份松节油配制成地板蠟,涂擦在菱苦土木屑地面上,效果良好。

三. 試驗方法和結果

1953 年的試驗工作, 是为了适应工地的需要进行的, 必須在較短的时期內提出菱苦土木屑地面的材料配合比和施工操作程序。我們就在亞麻紡織工厂介紹的“耐火地板制作过程”和繼亞麻厂后修建菱苦土木屑地面單位总结經驗的基础上进行室內試驗, 同时并分別向施工單位进行了解, 总结了材料用量、人工定額、施工步驟和施工时离层起塵的一些問題。因之, 我們即以解决这些問題为研究的目的。

第一阶段的試驗, 从 1953 年 5 月到 8 月, 历时約四个月, 初步确定了菱苦土木屑地面的材料配合比和施工操作过程。通过小型施工試驗之后, 立即轉入工地正式施工。在实际施工中, 由于地面养护条件沒有規定, 擦油打蠟的方法和地板蠟的配制条件亦未进行过試驗, 因而也就提不出具体可行的办法。同时, 在哈爾濱工地施工时, 有一部分地面也发生了离层起塵現象, 長春施工的五個工地經使用后, 就有三处地面返潮, 个别的还很严重。因此, 我們决定繼續研究。

1954 年进行第二阶段的研究工作时, 首先着重搜集資料和学习苏联研究菱苦土木屑地面的理論和施工操作方法。同时再深入調查和征求以往施工或使用菱苦土木屑地面單位(包括 1953 年我們协助工地施工的單位在內)的意見, 結合我国現有菱苦土和滷水的性質, 并在 1953 年試驗結果的基础上, 作进一步的研究。直到 1955 年 2 月工作才告結束, 現就試驗方法和結果, 分別总结如下。

(一) 試驗方法

根据文献[5], [9], [10]和[11]所記述的試驗方法, 进行了下列各項試驗:

1. 制作試件 將含水量 15~20% 的木屑(包括松木屑和水曲柳木屑)与合乎要求的菱苦土和滷水攪拌成菱苦土木屑膠泥(以下簡称膠泥)。膠泥的稠度是以用手能挤出漿水为合格, 然后分別傾入模型內, 挤压至不能再压时將表面抹平, 在室溫 18~20°C 內擱置 6 小时以上。抗压和抗弯强度的試件須經過压光(与水泥地面的压光方法相同, 見施工程序), 第一次压光后經 10 小时左右进行第二次压光, 14 小时左右再进行第三次压光, 24 小时以上脫型。然后在同样室溫和自然湿度下繼續养护, 經過 28 天后, 即进行試驗。

2. 單位容重重量 根据 28 天硬化期令的自然含水試件之重量和体积, 以下式計算其單位容重重量:

$$\gamma_0 = \frac{P}{V_0} (\text{кг/м}^3),$$

式中 P = 試件的重量(кг); V_0 = 試件的体积(м³)。

3. 抗压强度 試件为 $7.07 \times 7.07 \times 7.07$ cm 的正六面体, 以 20 吨油压机均匀加压, 加压速度 $5 \text{ кг/сек} \cdot \text{см}^2$ 压至試件破坏, 记录其最大破坏荷重。以下式計算其抗压强度:

$$R_{\text{сж}} = \frac{P}{F} (\text{кг/см}^2),$$

式中 P = 破坏荷重(кг); F = 試件的受压面积(см²)。

4. 抗弯强度 試件为 $45 \times 10 \times 1$ cm 的薄板, 支点及压头直径为 1.5 cm, 支点中心間的跨距为 30 cm, 加压速度为 $1.5 \text{ кг/сек} \cdot \text{см}^2$ 压至試件折断, 记录其最大破坏荷重, 以下式計算其抗弯强度:

$$R_{\text{изг}} = \frac{3Pl}{2bh^2} (\text{кг/см}^2),$$

式中 P = 折断荷重(кг); l = 支点跨距(30 cm); b = 試件断面寬(см); h = 試件断面厚(см)。

5. 抗拉强度 試件为 8 字形, 在 50 倍水泥抗拉强度試驗机上拉断, 记录其拉断荷重, 以下式計算其抗拉强度:

$$R_{\text{pac}} = \frac{50P}{F} (\text{кг/см}^2),$$

式中 P = 拉断荷重(кг); F = 拉断面积(см²)。

6. 磨損性 試件为直径 2.5 cm, 高 5 cm 的圓柱体。在圓盤磨損机上磨擦, 磨損所用的石英砂粒度为 0.04—0.06 cm, 磨損圓盤的回轉速度 30 об/мин, 共轉 1000 次停止, 以下式計算其磨損性:

$$H_{\text{ог}} = \frac{P_1 - P_2}{V} (\text{г/см}^3),$$

式中 P_1 = 磨損試驗前試件的重量(г); P_2 = 磨損試驗后試件的重量(г); V = 磨損試件的体积(см³)。

7. 硬度 試件的大小一般不規定, 但厚度不能小于 1.5 cm。我們用 $10 \times 10 \times 1.5$ cm 的試件, 在布氏硬度試驗机上試驗, 根据文献[2]的規定, 菱苦土木屑地面的硬度在 35 кг/мм^2 以下, 适应加压荷重(單位为 кг)与鋼球直径(單位为 мм)平方之比为 2.5 的硬度公式。故令鋼球直径为 10 mm, 加压荷重为 250 кг, 承受荷重時間为 1 分鐘, 測量其压痕直径, 以下式計算其硬度:

$$H_B = \frac{2P}{\frac{\pi D}{2}(D - \sqrt{D^2 - d^2})} \text{ (кг/мм}^2\text{)},$$

式中 P = 荷重(кг); D = 鋼球直徑(мм); d = 壓痕直徑(мм)。

8. 冲击强度 將直徑 2.5 cm, 高 2.5 cm 的圓柱体試件, 擱置在石材冲击試驗机的鉄砧上, 以 1 кг 重的击錘打击試件, 到呈現第一條裂縫时, 記錄其打击順序次数, 以下式計算試件破坏时所用之功:

$$A = \frac{P(1+2+3+\dots+n)}{V} \text{ (кг·см/см}^3\text{)},$$

式中 P = 击錘重量(кг); n = 至試件破坏时的冲击順序次数; V = 試件的体积(см³)。

9. 吸水率和吸湿率 試件为 10 × 10 × 1.5 cm 的正方体, 在 100~105°C 的干燥箱中干燥至恒重。吸水試件須五面涂蠟, 留一面不涂, 以此面放置在平坦的容器中, 垫以鉄絲, 使之吸水。首先加水在試件高 1/2 处, 經過 2 小时, 再加水高出試件面 1 cm, 繼續浸水 2 小时, 取出試件, 擦干表面水分, 測定其吸水量, 以 (1) 式計算其吸水率。

吸湿試件的尺寸与吸水試件相同, 將其干燥至恒重后擱置在湿度 95~100% 的保潮箱中, 經 72 小时吸湿后, 取出試件, 測定其吸湿量, 以 (2) 式計算其吸湿率,

$$B_{\text{вс}} = \frac{P_3 - P_2}{P_1} \cdot 100\%, \quad (1)$$

式中 P_1 = 干燥試件重量(г); P_2 = 涂蠟后試件重量(г); P_3 = 吸水 4 小时后試件重量(г)。

$$B_{\text{вс}} = \frac{P_2 - P_1}{P_1} \cdot 100\%, \quad (2)$$

式中 P_1 = 干燥試件重量(г); P_2 = 吸湿 72 小时后試件重量(г)。

10. 导热系数 將 18 × 18 × 1 cm 的正方体, 放置在导热試驗的裝置上, 測定其导热性能, 以下式計算其导热系数,

$$\lambda = \frac{0.86 W \delta}{E(t_2 - t_1)} \text{ (ккал/м·ч·град)},$$

式中 W = 主加热器的功率(в); δ = 試件的厚度(м); E = 主加热器的面积(м²); t_2 = 試件热表面的溫度(°C); t_1 = 試件冷表面的溫度(°C); 0.86 = 由瓦特換算为 ккал/ч 的热当量。

11. 耐水性 用不同硬化期令(三天、七天、十四天、廿八天)的抗弯試件浸入水中, 水面高出試件 2 cm, 經 24 小时后取出, 擦干試件表面水分后, 擱置在 60~70°C 的干燥

箱中干燥 24 小时, 作为一次; 依次进行 15 次后, 在干燥状态下试验其抗弯强度, 以下式计算其容重和强度减少率:

$$C_2 = \frac{R_{\text{сух}} - R_{\text{вод}}}{R_{\text{сух}}} \cdot 100\%,$$

式中 $R_{\text{сух}}$ = 自然硬化干燥试件的抗弯强度 ($\text{кг}/\text{см}^2$); $R_{\text{вод}}$ = 浸水后试件的抗弯强度 ($\text{кг}/\text{см}^2$)。

12. 膠泥稠度 制作菱苦土木屑地面的试件与实际施工, 皆须首先确定膠泥的稠度, 以控制滴水用量。但“用手挤漿”的办法, 很难使每次搅拌的面层膠泥稠度一致, 以致各现场的滴水用量差别很大。

1954 年, 我们以苏联中央建筑科学院所设计的砂漿稠度测定錐来测定菱苦土木屑地面层所用膠泥的稠度。但膠泥中木屑很多, 测定錐不易稳定, 故將錐重改为 500 克, 如图 1 所示。

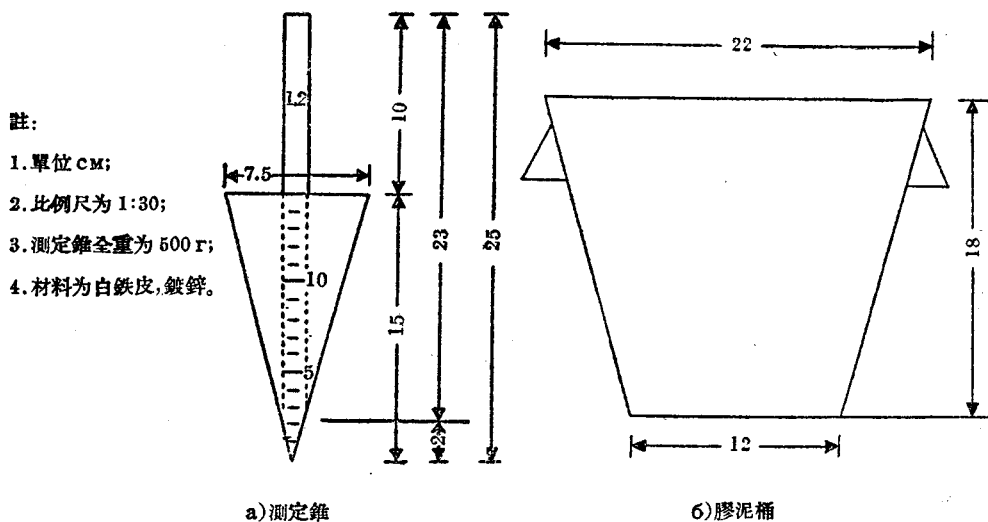


图 1. 稠度测定錐及膠泥桶

測定稠度的方法 將攪拌好的膠泥裝入膠泥桶中, 距离桶上边 2~3 厘米, 并將膠泥抹平。有时須用手輕輕搖动膠泥桶, 使膠泥表面平勻。再將稠度測定錐尖端置于膠泥面上的正中央, 以手輕輕扶着, 并且保持垂直, 然后任其自由下沉。記錄錐体的下沉深度和滴水用量, 若适合要求即定为标准稠度, 如图 2 所示。

13. 褪色处理 根据文献[5], 加适量的硫酸亞鉄于膠泥中, 能减少褪色现象。我們曾加 5~10% 的硫酸亞鉄于膠泥中, 与不加硫酸亞鉄的试件进行比较观察。

14. 板面处理 制作 $30 \times 48\text{cm}$ 的中型試件, 以砂皮或磨石磨光, 并涂擦加溫至 $50 \sim 60^\circ\text{C}$ 的阿立夫油或亞麻油, 油干之后, 又擦以地板蠟。經過 $5 \sim 10$ 小时以上, 用干淨軟布拭擦, 至板面发出光泽时为止。

(二) 試驗結果

总结 1953 年和 1954 年室內試驗的結果, 可以作出以下結論:

1. 菱苦土和木屑的重量配合比以采用: 面层 $2:1$ 与 $3:1$ (相当于体积比 $1:2$ 与 $2:3$)、底层 $1:1$ 与 $1:1.5$ (相当于体积比 $1:4$ 与 $1:6$) 鋪抹菱苦土木屑地面最为經濟, 且具有一定的力学强度, 已能满足地面材料的要求。

2. 最佳滴水濃度: 面层为 $18 \sim 21^\circ\text{B}$ 、底层为 $16 \sim 17^\circ\text{B}$; 調制菱苦土稀漿的滴水濃度为 $14 \sim 16^\circ\text{B}$ 。滴水濃度用包梅氏比重計測定如图 3 所示。

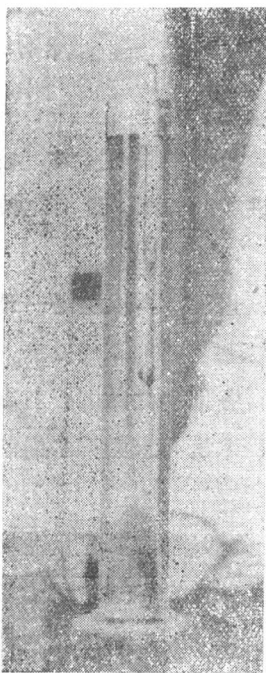


图3. 測滴水濃度

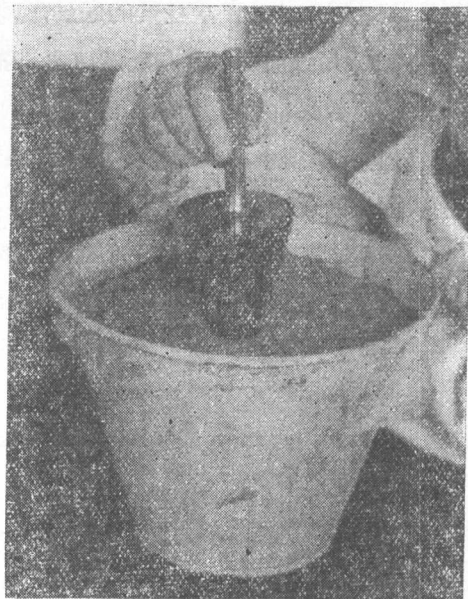


图2. 測膠泥稠度

3. 菱苦土木屑地面中所摻骨材 (磚粉、石粉或細砂) 的重量与木屑的重量相等, 相当于菱苦土体积的三分之一。

4. 双层菱苦土木屑地面或就地鋪抹的菱苦土木屑地面的接触面均須在洗刷干淨, 并已硬化的一面刷滿均匀的菱苦土滴水稀漿, 才能使两层之間紧密接合。

5. 硬化室溫应为 $18 \sim 24^\circ\text{C}$, 养护期令至少应为 28 天, 但經過 14 天硬化后即可进行板面处理。

6. 地面处理 油漆; 擦油打蠟; 或磨光后擦油打蠟。

茲依上述結論的次序分別叙述試驗的过程如下:

(1) 配合比选择 由上述一系列試驗結果来看, 菱苦土和木屑的重量配合比, 可由 $1:1.5$ 至 $3:1$ 。至于选择何种配合比最为适宜, 則应根据实际要求而定。在文献[2], [3], [4], [9]中, 規定了双层地面的底层材料配合比为 $1:4$ (按体积計, 相当于 $1:1$ 的重量比)。根据我們試驗的結果, 按 $1:1.5$ 的重量比配合 (相当于 $1:6$ 的体积比) 的試件, 其抗压强度已达